Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Tübingen
Vorstand: Prof. Dr. Peckert.

Versuche mit dem verbesserten Flaherty-Schnellsterilisator

Inaugural-Dissertation

zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Zahnheilkunde
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen
vorgelegt

von

Alois Neff

aus Neckarsulm

Druck der Buchdruckerei Eugen Göbel in Tübingen
1931

Zum Druck genehmigt von der Medizinischen Fakultät Tübingen

Dekan: Prof. Dr. Haffner
Referent: Prof. Dr. Peckert

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Wie in der allgemeinen Chirurgie die Antisepsis der Asepsis weichen mußte, und somit die Fernhaltung der Keime von der Wunde oberstes Gesetz wurde, wie der Chirurg selbst an verunreinigte Wunden mit nichtsterilisierten Instrumenten nicht herangeht, ebenso wenig darf der Zahnarzt zur Wurzelbehandlung unsaubere Nadeln benützen. Während die größeren Instrumente in der modernen Praxis des Zahnarztes ebensogut ausgekocht und sterilisiert werden wie in der großen Chirurgie, wurde und wird auch heute noch bei den kleinen Sonden und Nervextraktoren, wie wir sie zur Wurzelbehandlung benötigen, gerade in bezug auf die Sterilität viel gesündigt. Das liegt meiner Ansicht nach hauptsächlich in zwei Dingen begründet:

1. In der Unmöglichkeit, den oft engen und unzugänglichen Wurzelkanal in chirurgischem Sinne auszuräumen, und
2. in dem umständlichen und zeitraubenden Bemühen, das die sterile Aufbewahrung von Nervnadeln usw. verursacht.

So kommt man dann oft zu der Ansicht, auf ein paar Bakterien weniger oder mehr komme es auch nicht an, und bringt irgend ein chemisches Desinficiens in den Kanal in der unbestimmten Hoffnung, das Medikament werde alles weitere besorgen.

Wie kann nun aber eine Infektion des apikalen Gebietes entstehen? Wenn wir von der äußerst seltenen hämatogenen Infektion und dem, ich darf wohl sagen, noch selteneren Eindringen der Keime entlang des Periodontiums absehen, kommen hauptsächlich zwei Arten in Betracht:

1. Durch unsere chemischen Desinfektionsmittel wurden nicht alle Bakterien vernichtet, oder der Kanal wurde nicht vollständig, d. h. bis zum Apex ausgefüllt.
2. Bei der Wurzelbehandlung wurden neue Keime in den Pulpenkanal gebracht.

Im ersten Fall steht es oft nicht in unserer Macht zu verhindern, daß sich manchmal schon nach kurzer Zeit die Folgen der unvollständigen Wurzelbehandlung bemerkbar machen. Entweder gibt es ein akutes Aufflackern des Prozesses, eine Periodontitis acuta apicalis, oder aber es kommt zur Periodontitis chronica apicalis hyperplastica,

zur Bildung eines Granuloms. Auf diesen Tatsachen fußt wiederum die amerikanische Focal-Infektion, nach der jeder tote Zahn in seinem apikalen Teil ein Bakteriennest ist. Eine Ausheilung ist nach amerikanischer Ansicht unmöglich. Daher kamen dann die extremen therapeutischen bzw. prophylaktischen Forderungen, die unter Ablehnung unserer konservierenden Wurzelbehandlungsbestrebungen in der radikalen Entfernung aller pulpalosen Zähne gipfelten. Auf diesem sicherlich übertriebenen Standpunkt steht ja heutzutage in Deutschland kaum noch jemand; aber ganz allgemein kann man heute zur Frage der Focal-Infektion sagen, daß die Gefahren von Infektionsherden im Zahnbereich für die einzelnen Organe wie für den Gesamtorganismus doch wohl ernster sind, als früher angenommen wurde. Auch ist sicher, daß manche Allgemeinerkrankung, die man früher ganz gewiß nicht in kausalen Zusammenhang mit einer Zahnerkrankung gebracht hat, hinsichtlich ihrer Entstehung auf einen Infektionsherd am Zahn zurückgeführt werden kann.

Umso eifriger müssen wir daher bestrebt sein, wenigstens zu verhindern, daß durch unser eigenes Zutun die Quote der Wurzelbehandlungsmißerfolge noch erhöht wird. P e c k e r t schreibt in seinem Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde: „Das Prädikat der Behaglichkeit und großen Sicherheit kann im allgemeinen weder die Methode der Pulpenextraktion noch der Wurzelfüllung für sich in Anspruch nehmen. Umso eifriger muß das Bestreben sein, an Gewissenhaftigkeit und Exaktheit das Möglichste zu leisten; dann hat man das Recht, sich mit dem Satze zu bescheiden: „ultra posse nemo tenetur."

Auch B o n o r d ê n schreibt: „Die Verhütung einer Infektion des apikalen Gebietes wird stets den Grundpfeiler für das Gelingen einer Wurzelbehandlung bilden. Das Hauptaugenmerk muß darauf gerichtet sein, daß sich die Instrumente, mit denen wir in den Wurzelkanal eindringen, in einem möglichst keimfreien Zustand befinden; denn selbst, wenn wir mit einer infizierten Pulpa rechnen müssen, wird es keineswegs gleichgültig sein, ob unser Instrument steril oder mit Bakterien beladen ist."

Daß Miller-Nadeln, auf die wir in bekannter Weise einen Wattefaden gewickelt haben, nicht steril sind, dürfte jedem Zahnarzt bekannt sein. L a b h a r t hat die käuflichen Wattepellets und Papierspitzen auf ihre Sterilität untersucht und kommt zu dem Ergebnis, daß wir genötigt sind, unsere Materialien zur Wurzelbehandlung immer erst zu sterilisieren, wenn wir nicht zu den evtl. vorhandenen Keimen noch neue hinzufügen und damit die Möglichkeit einer Infektion schaffen wollen. Das Beste und Bequemste wäre es freilich, wenn wir ein Medikament besäßen, das dem Gewebe nicht schadet und dennoch sämtliche Keime mit Sicherheit abtötet. Da wir aber bis jetzt noch kein derartiges Mittel besitzen, so müssen wir unser Haupt-

augenmerk auf die Sterilisation der zur Wurzelbehandlung verwendeten Instrumente richten. Denn gerade diese kleinen Instrumente sind es, die mit dem Gewebe in Berührung kommen, wenn sie zu tief in den Kanal eingeführt wurden und die an ihnen haftenden Bakterien dann direkt einimpfen. Es ist somit keinesfalls statthaft, daß durch unsere Instrumente neue Keime eingebracht werden, ganz abgesehen davon, daß oft auch schwer pathogene Keime an den Instrumenten haften, die schweren Schaden anrichten können.

Vielfach gebräuchlich sind die chemischen Desinfektionsmittel. Die Nadeln werden in kleinen Behältern, meistens Gläsern mit eingeschliffenem Deckel, in 70%igem Alkohol, Sagrotan, Perhydrol oder auch in Formaldehyddämpfen u. a. aufbewahrt und bei Gebrauch mit steriler Pinzette herausgenommen. Vorbedingung dazu ist eine längere Einwirkung der Flüssigkeiten, da sonst keine unbedingt sichere Keimfreiheit erzielt wird. Schneller wirken die physikalischen Desinfektionsmethoden. Zum Auskochen verwendet man kleine Metallbüchsen mit durchlöcherten Seitenwänden, wie sie auch zur Aufnahme von Nadeln und Klammern und Kanülen gebräuchlich sind. Die Büchschen werden einfach zu den anderen Instrumenten in den Sterilisationsapparat gelegt. Als eine Verbesserung demonstrierte Beißwenger 1907 eine vollständig abdichtbare Sterilisationsröhre, in der durch Kochen in einem Sterilisationsapparat Alkohol oder Formaldehyddämpfe erzeugt werden. Die Instrumente können trocken der Büchse entnommen werden. Diese Methode hat sich in der Zahnheilkunde nicht eingebürgert.

Ein ganz anderes Verfahren gab 1914 Wilhelm Böhm an. Seine Sterivithsterilisation, die für Kanülen und andere Nadeln sein sollte, bestand darin, daß die feinen Instrumente in ein zu allen Größen passend geliefertes Glasröhrchen gebracht werden. Dann wird das Röhrchen 12—15 Sekunden über eine kleine Gas- oder Spiritusflamme gehalten. Es sollen Temperaturen von 220—250° erreicht werden, die Instrumente nicht leiden und gebrauchsfertig sein. Auch hiervon hat man nichts mehr gehört. Die Methode, die Instrumente in Alkohol zu tauchen und dann abzubrennen, finde ich nicht für besonders rationell. Wenn schon die größeren Instrumente wie Zangen, Scheren, dabei Schaden nehmen, dann müssen unsere feinen und zarten Wurzelkanalinstrumente ganz besonders darunter leiden, da hier sicherlich Temperaturen erzeugt werden, die weit über 200° hinausgehen.

Gegenstand der Erörterung soll die amerikanische Schnellsterilisation nach Flaherty sein, die vor ungefähr 6 Jahren durch Prof. Prinz auf seiner Europareise auch bei uns eingeführt wurde, nachdem sie in Amerika schon längere Zeit angewandt wurde. Es handelt sich um einen kleinen Sterilisationsapparat, der von Flaherty erfunden wurde, und dessen neue Idee war, anstatt Wasser oder Öl

flüssiges Metall zur Sterilisation zu verwenden. Der Apparat wurde, wie schon gesagt, im Jahre 1924 bei uns eingeführt und von Kadisch in der „Zahnärztlichen Rundschau" ausführlich beschrieben.

Kadisch schreibt folgendes darüber: „Der Sterilisator besteht aus einem kleinen Tiegel, welcher über der Spiritusflamme des Schwebetisches angebracht ist. Der Tiegel hat einen Inhalt von ungefähr 5 ccm und hat ähnlich wie der Novokainporzellantiegel einen breiten Rand. Er muß aus Stahl oder Kupfer nahtlos hergestellt sein, da selbst Hartlot auf die Dauer nicht halten würde. Der Tiegel ist bis zum inneren Rand mit einer Metallmischung angefüllt, welche Prof. Prinz als aus einem Teil Blei und zwei Teilen Zinn bestehend angab. Über der Spiritusflamme wird das Metall bei 175° flüssig, darf allerdings nicht über 250° erhitzt werden. Um dieses mit einer Handbewegung verhindern zu können, ist der Tiegel um die Achse seines Ständers drehbar angeordnet und zwar bildet ein Porzellangriff das Gegengewicht. Überraschend ist, daß ein kurzes Eintauchen von Instrumenten und Papierspitzen in dies flüssige Metall die Instrumente steril macht."

Die technische Ausführung des Apparates aber war in dieser Form noch sehr unvollkommen. Er war nicht stabil, die Form des Tiegels war so, daß das flüssige Metall bei Erschütterung leicht hinauslief, und besonders die Wärmezufuhr zeigte sich noch sehr unvollkommen. Es gehörte große Übung dazu, die Spiritusflamme so zu stellen, daß das Metall weder zu heiß noch zu kalt wurde, da sonst das Metall entweder eine zu starke Oxydschicht bildete oder zu dickflüssig wurde. Es kamen auch bald Verbesserungen des Apparates heraus, die so konstruiert waren, daß das Metall nicht mehr so leicht überlief, aber die Frage der Wärmezufuhr blieb ungelöst.

Jetzt hat die bekannte Instrumentenfabrik Jetter & Scheerer in Tuttlingen den Apparat in neuer Form herausgebracht. Er besteht aus einem vernickelten Stahlgehäuse, das auf einem kleinen Marmorsockel aufmontiert ist und macht einen stabilen und vornehmen Eindruck. Das Wichtigste dabei ist, daß der Apparat elektrisch geheizt ist, so daß das lästige Verstellen der Spiritusflamme in Wegfall kommt, und die Temperatur sich immer auf derselben Höhe halten soll. Das Ein- und Ausschalten des Apparates geschieht einfach durch Stecken bzw. Ziehen des Wandsteckers. Außerdem ist der Schmelzraum noch mit einem abnehmbaren Deckel versehen, der in der Mitte eine kreisrunde Öffnung besitzt, um die Instrumente eintauchen zu können.

Die Firma hat zur Erprobung und Feststellung der geeignetsten Legierung am Zahnärztlichen Institut Tübingen dem Apparat fünf verschiedene Metallegierungen beigegeben mit dem Bemerken: „daß für die richtige Wahl des Schmelzmetalles noch kein Anhaltspunkt herrscht. Zur Ermittlung der bestgeeigneten Legierung liegen fünf

verschiedene Proben bei, die zum bequemen Einfüllen verschrotet sind. Die Temperatur des Schmelzgutes erreicht ca. 200° C."

Zur richtigen Beurteilung des Apparates mußte ich mir also folgende Fragen stellen und versuchen, sie experimentell zu beantworten:

1. Welche Temperatur ist zur Trockensterilisation in dieser Form notwendig?
2. Wie verhalten sich die einzelnen Metalle zu der verlangten Temperatur?
3. Wie werden die zu sterilisierenden Instrumente und Hilfsmittel zur Wurzelbehandlung, wie Watte, Papierspitzen etc. durch die Sterilisation beeinflußt?

1. Welche Temperatur ist zur Trockensterilisation in dieser Form notwendig?

Eine der wichtigsten Forderungen, die wir an einen brauchbaren Schnellsterilisator stellen müssen, ist die einer absolut keimtötenden Wirkung in relativ kurzer Zeit, d. h. möglichst in wenigen Sekunden. Die Länge der Zeit, während welcher die Sterilisation einwirken muß, hängt hauptsächlich von der dabei angewandten Temperatur ab. Bei der früher verwendeten Legierung, wie sie von Prinz angegeben wurde, kamen meist Temperaturen zwischen 180 und 200° zur Anwendung, da jene erst bei ca. 175° flüssig wurde. Schon Prinz berichtete, daß die an seiner Universität angestellten Versuche zur vollen Zufriedenheit ausgefallen seien. In seinen Anleitungen zur Benützung des Sterilisators schreibt er folgende Einwirkungszeiten vor: Feine Nadeln, wie Nervextraktoren, Miller-Nadeln, 5 Sek., Bohrer 20 Sek., Papierspitzen 10 Sek., Bakteriologische Nachprüfungen wurden von verschiedenen Seiten angestellt und ergaben stets gute Resultate.

Meine eigenen Versuche machte ich im Hygienischen Institut zu Tübingen unter Leitung von Herrn Privatdozent Dr. Saleck, dem ich an dieser Stelle für seine Bemühungen und Anregungen meinen Dank aussprechen möchte. Als Testobjekte benützte ich mehrere Stämme Staphylokokken, Heubazillen und Gartenerde. Die im natürlichen Substrat, also in Gartenerde vorhandenen Sporen der Heu- und Erdbazillen gehören bekanntlich zu den widerstandsfähigsten aller Mikroorganismen, sie zeigen nach Konrich noch Wachstum nach 17stündigem Aufenthalt im strömenden Dampf. Den ausschlaggebenden Beweis für die Güte eines Sterilisationsverfahrens gibt erst die Tatsache, daß es alle, selbst die resistentesten Sporen abtötet; deshalb benützte ich bei meinen Versuchen die sehr resistenten Sporen der Heubazillen und Gartenerde. Die Temperatur, bei welcher ich

meine Versuche anstellte, betrug stets etwa 230°. Um eine gewisse Kontrolle zu haben, stellte ich die Versuche mindestens in dreifacher Ausführung an. Die Röhrchen ließ ich 10 Tage im Brutofen stehen, und sobald sich in einem der Röhrchen eine Trübung zeigte, wurde eine Gramfärbung gemacht, um festzustellen, ob die Trübung auch wirklich von den betreffenden Bakterien herrührte.

1. Versuchsreihe: Staphylokokken.

Mit steriler physiologischer Kochsalzlösung stellte ich mir aus einer Reinkultur von Staphylokokken eine dichte Aufschwemmung her. Damit infizierte ich nun Nervextraktoren, Wattenadeln und Bohrer, indem ich die betreffenden Gegenstände jedesmal einige Zeit darin liegen ließ. Dann ließ ich das infizierte Material durch 24stündiges Stehen im Exsiccator in sterilen Petrischalen antrocknen. Darauf tauchte ich je eine gezahnte Nervnadel 1, 2, 3, 4, 5, 6 Sekunden in die flüssige Legierung. Das eingetauchte Ende wurde mit steriler Schere über einem Nährbouillonröhrchen abgeschnitten und letzteres bei 37° C. bebrütet. Als Kontrolle kam eine Nervnadel ohne vorherige Sterilisation sofort in ein Bouillonröhrchen.

Nervextraktoren mit Staphylokokken.

Wachstum nach Stunden	24	48	72	96
1 Sek.	—	—	—	—
2 „	—	—	—	—
3 „	—	—	—	—
4 „	—	—	—	—
5 „	—	—	—	—
6 „	—	—	—	—
Kontrolle	+			

Es zeigte sich nirgends ein Wachstum von Staphylokokken.

Bei den Bohrern ging ich folgendermaßen vor: Ich befestigte an jedem Bohrer ein Stück dünnen Drahts und tauchte die Bohrer nun vollständig in die Legierung, so daß nur noch der daran befestigte Draht herausschaute. Dann schnitt ich den Draht über einem Bouillonröhrchen mit steriler Schere ab, so daß also der ganze Bohrer sich in der Bouillon befand.

Bohrer mit Staphylokokken.

Wachstum nach Stunden	24	48	72	96
1 Sek.	—	—	—	—
2 „	—	—	—	—
3 „	—	—	—	—
4 „	—	—	—	—
5 „	—	—	—	—
6 „	—	—	—	—
Kontrolle	+			

Nach einigen Tagen zeigte sich bei sämtlichen Röhrchen eine leichte Trübung, ohne daß aber im mikroskopischen Präparat Staphylokokken nachgewiesen werden konnten. Offenbar rührte die Trübung von einer Eiweiß?-Fällung durch das Eisen her. Um den Einwand zu widerlegen, es werde durch die Fällung die Bouillon so verändert, daß den Staphylokokken der gewünschte Nährboden entzogen sei, brachte ich in mehrere Röhrchen je einen sterilen Bohrer, ließ sie einige Tage im Brutofen stehen und gab dann in jedes Röhrchen äußerst spärlich Staphylokokken dazu. Am nächsten Tage zeigte sich jedesmal eine starke Trübung und im mikroskopischen Präparat waren massenhaft Staphylokokken nachzuweisen. Somit kann also die durch die Bohrer verursachte Trübung der Bouillon keinen ungünstigen Einfluß auf das Wachstum der Staphylokokken ausgeübt haben.

Nun infizierte ich noch mit Watte umwickelte Miller-Nadeln mit der Staphylokokkenaufschwemmung, indem ich die Watte sich damit vollsaugen ließ, ließ sie während 24 Stunden antrocknen und tauchte sie dann verschieden lange Zeit in die erhitzte Legierung. Hierauf streifte ich die Watte über einem Bouillonröhrchen mit steriler Pinzette ab.

Wattenadeln mit Staphylokokken.

Wachstum nach Stunden	24	48	72	96
1 Sek.	—	—	—	—
2 „	—	—	—	—
3 „	—	—	—	—
4 „	—	—	—	—
5 „	—	—	—	—
6 „	—	—	—	—
Kontrolle	+			

Das Ergebnis gleicht also vollständig dem bei den Nervextraktoren und Bohrern, trotzdem es sich hier um eine gewisse Tiefensterilität handelt. Nach 1 Sek. waren sämtliche Stapylokokken abgetötet, die Watte hatte ich in der üblichen Dicke gewickelt.

2. Versuchsreihe: Heubazillen.

In dieser Versuchsreihe machte ich meine Versuche nur mit Wattenadeln, da ich mir sagte, daß diese wohl die längste Zeit beanspruchen, bis die Sterilisation auch in die Tiefe der Watte gedrungen ist. Aus einer Reinkultur von Heubazillen auf Weizengriesagar, die zwei Tage im Dunkeln gestanden hatte, damit die Sporen Gelegenheit hatten, sich gut auszubilden, stellte ich mit steriler physiologischer Kochsalzlösung eine Aufschwemmung her, ließ die mit Watte umwickelten Miller-Nadeln kurze Zeit darin liegen und brachte sie dann für 48 Stunden in den Exsiccator. Hierauf wurden die Nadeln ver-

schieden lange Zeit in die Legierung getaucht, die Watte mit steriler Pinzette über einem Bouillonröhrchen abgestreift und dann bebrütet. Von einer Nadel streifte ich die Watte als Kontrolle gleich in ein Bouillonröhrchen.

Wattenadeln mit Heubazillen

Wachstum nach Stunden	24	48	72	96
1 Sek.	—	—	—	—
2 „	—	—	—	—
3 „	—	—	—	—
4 „	—	—	—	—
5 „	—	—	—	—
6 „	—	—	—	—
Kontrolle	+			

Nach 1 Sek. waren ebenfalls sämtliche Heubazillen abgetötet, nur in einem Falle erzielte ich erst nach 2 Sek. Sterilität.

3. Versuchsreihe: Gartenerde.

Ich benützte dazu fein gesiebte trockene Gartenerde, in der sämtliche Sporen äußerst resistent sein mußten. Die Wattenadeln tauchte ich solange hinein, bis auf allen Seiten der Watte genügend von dem feinen Sand hängen geblieben war. Wenn ich mit physiologischer Kochsalzlösung eine Aufschwemmung der Gartenerde gemacht und die Wattenadeln eingetaucht hätte, so wäre jedenfalls mehr davon hängengeblieben. Doch könnte dann evtl. der Einwand erhoben werden, daß dadurch die Sporen in ihrer Widerstandskraft geschwächt würden. Ich stellte verschiedene Kontrollen an, die sämtlich positiv ausfielen. Die mit Gartenerde infizierten Wattenadeln tauchte ich dann wieder verschiedene Zeiten in die erhitzte Legierung und streifte die Watte über Bouillonröhrchen ab, die ich 10 Tage im Brutofen stehen ließ. Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengefaßt:

Wachstum nach Stunden	24	48	72	96
1 Sek.	+	+	+	+
2 „	+	+	+	+
3 „	—	—	—	—
4 „	—	—	—	—
5 „	—	—	—	—
6 „	—	—	—	—
7 „	—	—	—	—
8 „	—	—	—	—
Kontrolle	+			

Hier erzielte ich also erst nach 3 Sek. langem Eintauchen Sterilität. Um der Meinung entgegenzutreten, daß durch das Eintauchen in die Legierung die Erde von der Watte abgestreift werde, tauchte ich mehrere mit Gartenerde infizierte Wattenadeln in sterile physiolo-

gische Kochsalzlösung, und streifte die Watte dann über einem Bouillonröhrchen mit steriler Pinzette ab. Nach 24 Stunden waren sämtliche Röhrchen angegangen.

Bei einer Temperatur von ca. 230° C. sind bei natürlich entstandenen Sporen also mindestens 3 Sekunden erforderlich, um Sterilität zu verbürgen. H u m m e l hat im Hygienischen Institut Tübingen im Jahr 1925 interessante Versuche mit Milzbrandsporen bei verschiedenen Temperaturen angestellt. Er untersuchte einmal bei 170° und dann bei 250°. Seine Versuche hat er in folgender Tabelle zusammengefaßt:

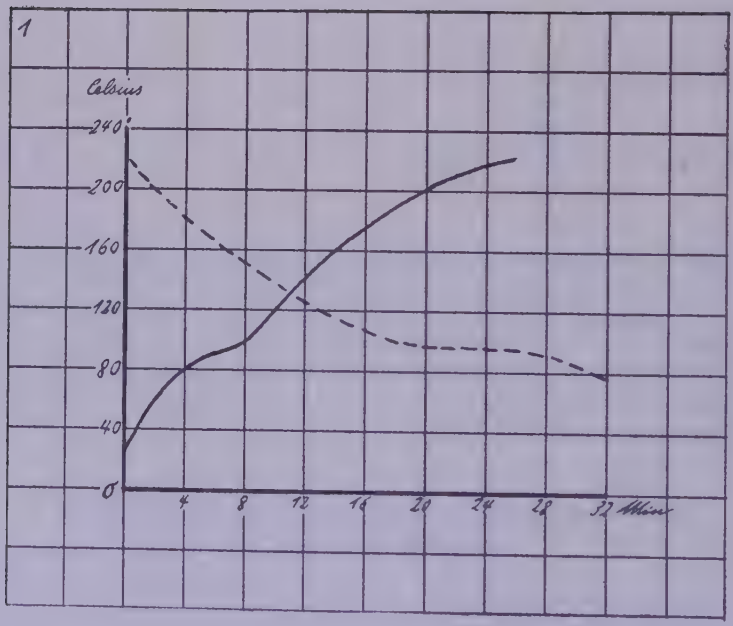
Milzbrandsporen:

Oberflächensterilität:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 Sek.
bei 170°	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—
bei 250°	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—
Tiefensterilität:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 Sek.
bei 170°	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
bei 250°	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—

Bei 170° benötigte er also 10 Sek. um Tiefensterilität zu erzielen, während bei 250° nur 4 Sek. notwendig waren. Ebenso hat B o n o r d e n bei 185° erst nach 3 Sek. Sterilität erzielt, während er bei etwas über 200° schon bei 1 Sek. dasselbe Ergebnis erreicht hatte. Um durch ein kurzes Eintauchen von wenigen Sekunden völlige Keimfreiheit zu verbürgen, ist also unbedingt zu fordern, daß die Temperatur der Legierung nicht unter 200° liegt.

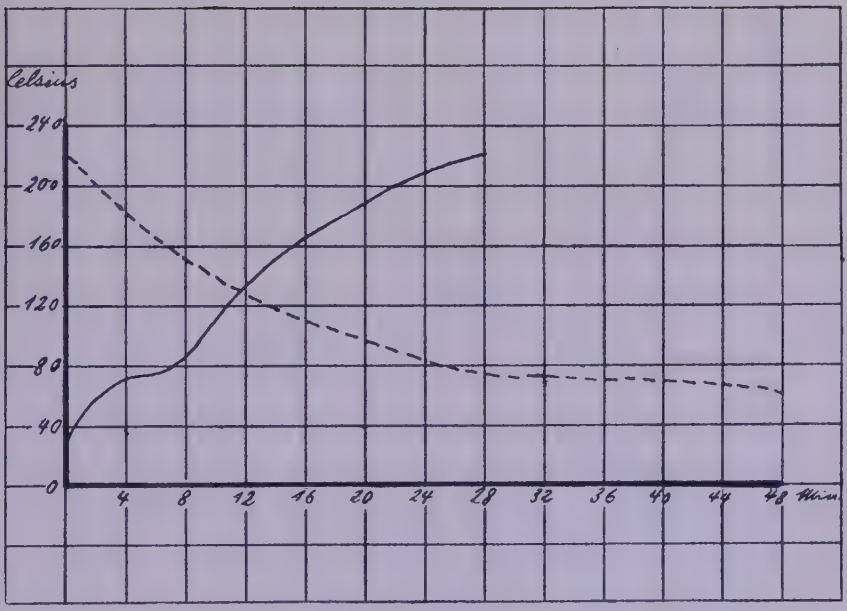
2. Wie verhalten sich die einzelnen Metalle zu der verlangten Temperatur?

Es erhebt sich nun die Frage, wie sich die einzelnen Metalle, die zur Untersuchung mitgegeben wurden, zu dieser Forderung verhalten. Zu diesem Zweck stellte ich von jeder Legierung eine sogenannte Temperaturkurve auf. Die ausgezogene Linie bedeutet die Erwärmung, die gestrichelte die Abkühlung. Die Zimmertemperatur des Versuchsraumes lag zwischen 15 und 24° C. Ich begann mit der Aufzeichnung immer erst dann, wenn die Legierung eine Temperatur von 25° hatte. Sobald die Legierung eine Temperatur von 220° erreicht hatte, begann ich mit der Aufzeichnung der Abkühlungskurve.



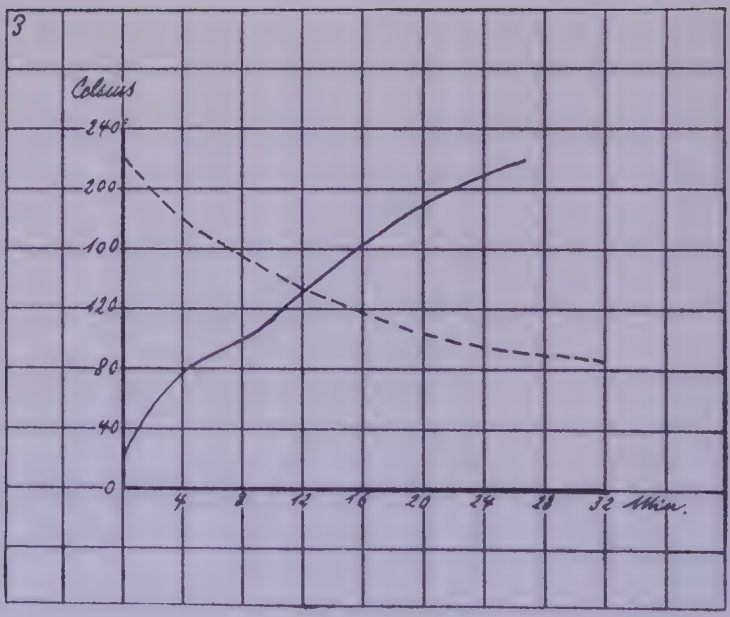
Metall 1.

Nach 5 Minuten ist bei etwa 90° der Schmelzpunkt erreicht. Das Schmelzintervall beträgt etwa 2 Minuten. Die Temperatur von 220° ist nach 26 Minuten erreicht.



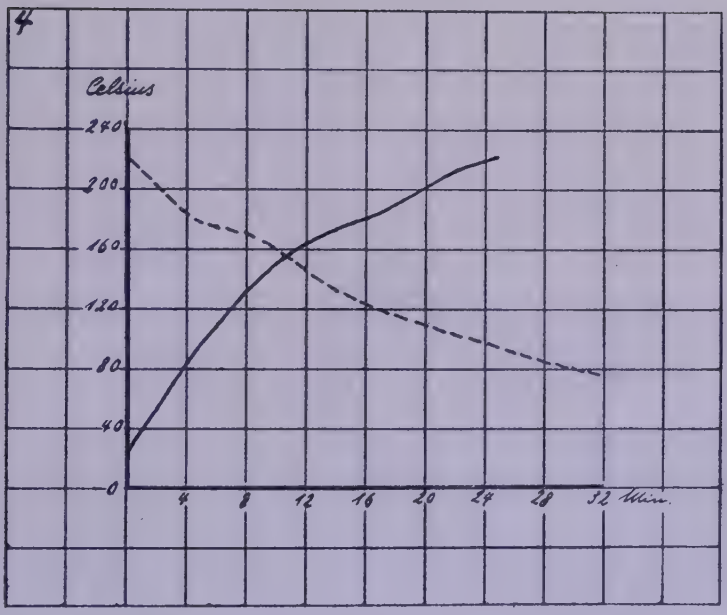
Metall 2.

Das Schmelzintervall beträgt etwa 3 Minuten bei etwas über 70°. Nach 28 Minuten ist die Temperatur von 220° erreicht.



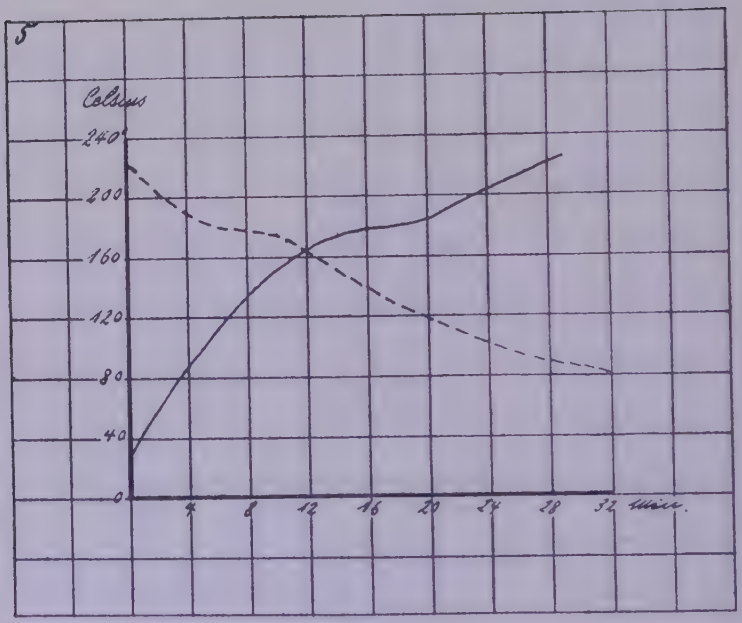
Metall 3.

Der Schmelzpunkt wird hier verhältnismäßig rasch überschritten. Die Temperatur von 220° ist nach 27 Minuten erreicht.



Metall 4.

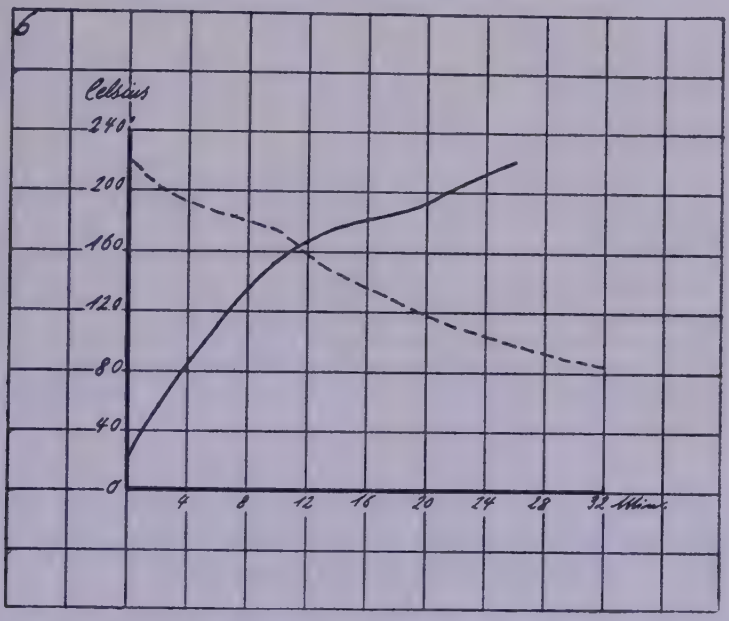
Bei dieser Legierung liegt der Schmelzpunkt bei etwa 175°, bis zur Erwärmung auf 220° dauert es 25 Minuten.



Metall 5.

Das Schmelzintervall beträgt etwa 5 Minuten, bei etwas über 175° und ist nach 14 Minuten erreicht. Bis zur Erwärmung auf 220° dauert es 29 Minuten.

Zum Vergleich habe ich noch eine Kurve von der Legierung, wie sie von P r i n z angegeben wurde, aufgestellt.



Der Schmelzpunkt liegt etwas unter 180°. Es dauerte 26 Minuten, bis diese Legierung auf 220° erhitzt war.

Von besonderer Wichtigkeit ist es, welche Zeit der Apparat bzw. die Legierungen brauchen, bis sie die nötige Temperatur von mindestens 200° besitzen. Ich lasse deshalb noch eine zusammenfassende Tabelle folgen, aus der die Erwärmungszeiten der einzelnen Legierungen auf 200° ersichtlich sind.

Legierung 1 = 20 Minuten
„ 2 = 22 „
„ 3 = 22 „
„ 4 = 20 „
„ 5 = 23 „
früher gebräuchl. Leg. = 22 Minuten

Wie aus dieser Zusammenstellung ersichtlich ist, wird die notwendige Sterilisationstemperatur von mindestens 200° erst nach relativ langer Zeit erreicht, so daß eine sofortige Inbetriebnahme nicht in Frage kommt.

Im Gegensatz dazu steht die Forderung H a m e r s, daß die notwendige Sterilisationstemperatur in spätestens 5 Minuten erreicht

werden soll. Besonders in der jetzigen Zeit, wo man sowieso bestrebt ist, die Wurzelbehandlung auf das notwendigste Maß einzuschränken, wird es nur noch wenige Praxen geben, wo man geneigt ist, den Apparat den ganzen Tag in Betrieb zu halten. Ich halte es daher für sehr wünschenswert, wenn die Sterilisationstemperatur innerhalb kürzester Zeit (5 Minuten) erreicht wird. Dies ist mit der beschriebenen Apparatur (Jetter & Scheerer) vielleicht dadurch möglich, daß der Widerstand geändert wird.

In der Bildung einer Oxydationsschicht konnte ich keine Unterschiede zwischen den einzelnen Legierungen feststellen. Sofern die Temperatur von 250° nicht wesentlich überschritten war, dauerte es 15—20 Minuten, bis sich eine leichte Oxydschicht gebildet hatte. Doch war bei sehr hohen Temperaturen (270° und mehr) in wenigen Minuten eine sehr starke Oxydationsschicht vorhanden. Daß diese in praktischer Hinsicht sehr unerwünscht ist, wird später noch gezeigt werden. Entgegen den Angaben der Herstellungsfirma stellte sich eine Temperaturkonstanz erst nach etwa 1¾ Stunden bei annähernd 290° ein.

3. Wie werden die zu sterilisierenden Instrumente und Hilfsmittel zur Wurzelbehandlung, wie Watte, Papierspitzen etc. durch die Sterilisation beeinflußt?

Wie bekannt, haftet der Schnellsterilisation nach F l a h e r t y ein Übelstand an, der ihre allgemeine Verwendung stark in Frage gestellt hat. Beim Erhitzen der Legierung bildet sich nämlich auf der Oberfläche eine Oxydschicht, die an den Instrumenten haften bleibt.

Ich habe mit unseren gebräuchlichsten Wurzelkanalinstrumenten, sowie mit Bohrern, Versuche über die Brauchbarkeit der einzelnen Legierungen angestellt und zwar bei einer Temperatur, die zwischen 220° und 230° C liegt. Von den Bohrern benützte ich hauptsächlich die Fissurenbohrer und Rosenbohrer, da ich mir sagte, daß hier am ehesten etwas von dem Metall hängen bleibe. Sofern die Bohrer senkrecht und nicht allzu rasch aus der Legierung herausgenommen wurden, blieben keine mit dem bloßen Auge sichtbaren Partikelchen hängen. Auch mit dem Mikroskop konnte man nur spärlich hängengebliebene Metallteilchen bemerken. Vorbedingung dazu ist aber, daß die Oxydschicht jedesmal gut entfernt ist. Ein deutlicher Unterschied zeigte sich nur zwischen den leicht- und den schwerfließenden Legierungen, indem bei den schwerfließenden am Schaft des Bohrers gern eine ringförmige Schicht hängen bleibt, die offenbar dadurch zustandekommt, daß sich das Metall durch den rasch eingetauchten Bohrer unter seinen Schmelzpunkt abkühlt und somit erstarrt.

Bei den Nervextraktoren konnte ich mit bloßem Auge erst nach zehnmaligem Eintauchen etwas von dem Haftenbleiben der Legierung zwischen den einzelnen Dornen bemerken. Daraufhin legte ich die Nervextraktoren unter das Mikroskop, betrachtete sie bei mäßiger Vergrößerung und fand, daß nach zehnmaligem Eintauchen fast sämtliche Zwischenräume vollständig ausgefüllt waren. Nun tauchte ich 10 Nadeln einmal, zweimal usf. bis zu zehnmal in die Metalllegierungen und untersuchte sie darauf unter dem Mikroskop. Um zu einem gewissen Mittelwert zu kommen, stellte ich die Versuche in fünffacher Ausführung an, nachdem ich die sich bildende Oxydschicht jedesmal frisch entfernt hatte. Dabei fand ich, daß nach einmaligem Eintauchen nur sehr wenig von einer Ausfüllung der Zwischenräume zu sehen war. Erst nach zwei- bis dreimaligem Eintauchen war deutlich eine Verdickung der Widerhaken zu sehen, nach zehnmaligem Eintauchen waren die meisten Zwischenräume vollständig ausgefüllt. Hier schien es mir, als sei von den schwerfließenden Legierungen nicht ganz soviel hängengeblieben, wie von den leicht fließenden. Doch ist der Unterschied auf jeden Fall nur sehr gering. An Papierspitzen und Wattenadeln blieben nur mit dem Mikroskop sichtbare Teilchen hängen, doch in so geringer Zahl, daß sie praktisch keine Bedeutung haben dürften.

Zusammenfassend möchte ich einer der leichtfließenden Legierungen den Vorzug geben, da von diesen besonders an den Bohrern bedeutend weniger hängen bleibt, außerdem können die schwerfließenden erst von etwa 220° an benützt werden, da sie unter dieser Temperatur noch zu dickflüssig sind.

Wovon ist nun das Haftenbleiben abhängig und wie kann es verhindert werden? Wie schon gesagt, rührt das Haftenbleiben in der Hauptsache von der Oxydschicht her. Da die Oxydation über 250° sehr rasch vor sich geht, ist es also zweckmäßig, unter dieser Temperatur zu bleiben. Doch auch bei 200—250° ist die Oxydation vorhanden, wenn auch in weit geringerem Maße. Während sich bei 280° schon in wenigen Minuten eine sehr starke Oxydschicht bildet, bleibt bei 200° die Oberfläche der Legierungen über eine Viertelstunde vollständig blank, also Zeit genug, um eine Wurzelbehandlung durchzuführen.

Um das Haftenbleiben der Metallteilchen an den Instrumenten zu verhüten, ist es in erster Linie notwendig, daß die Oxydschicht immer gut entfernt wird. Sobald eine starke Oxydschicht vorhanden ist, bleiben selbst an glatten Miller-Nadeln ganz erhebliche Teilchen der Legierungen hängen, und an den Nervextraktoren sind schon nach einmaligem Eintauchen die Zwischenräume zwischen den Dornen großenteils ausgefüllt.

Von P r i n z wurde angegeben, um die Bildung einer Oxydschicht überhaupt zu verhindern, solle man ein kleines Quantum Wachs auf

der Oberfläche zum Schmelzen bringen. Das Wachs verbrennt aber regelmäßig und verbreitet dabei einen wenig angenehmen Geruch. Die Entfernung der Oxydschicht geschieht am leichtesten mit einem Graphitstift oder auch mit einem Spatel oder dgl., indem man sie einfach an den Rand des Tiegels schiebt. Die endgültige Entfernung braucht dann nur einmal täglich zu geschehen.

Um das Anhängen zu verhindern, kann man weiterhin die betreffenden Instrumente durch vorheriges Eintauchen in Paraffinöl oder Alkohol isolieren. Durch Alkohol läßt sich schon eine ganz bedeutende Verringerung der anhaftenden Teile erzielen, außerdem kann man sich gut vorstellen, daß durch die dabei entstehenden Alkoholdämpfe die bakterizide Wirkung noch erhöht wird. Durch Paraffinöl läßt sich in den meisten Fällen das Anhaften vollständig vermeiden, allerdings hat es den Nachteil, daß es regelmäßig verbrennt und so den sowieso meist nicht angenehmen Gerüchen unseres Operationszimmers einen neuen hinzufügt.

Eine wichtige Frage ist noch die, wie sich die Instrumente durch den Sterilisationsprozeß verändern. Bei den kleinen Instrumenten für die Wurzelbehandlung kommen hauptsächlich Veränderungen der Elastizität und der Bruchfestigkeit in Frage. Siburg kommt zu dem Resultat, daß sich nur unvernickelte oder solche aus rostfreiem Stahl für diese Methode eignen, da die Vernicklung schon nach einmaligem Eintauchen leidet. Er hat des weiteren die physikalischen Eigenschaften der nach Flaherty sterilisierten Instrumente untersucht und benützte dazu den von Hubert Müller konstruierten Torsionsapparat, mit dem er keinen Unterschied zwischen sterilisierten und nichtsterilisierten Instrumenten fand. Klein und Weinmann fanden, daß neue Nadeln nach einem 15maligen 3—5 Sekunden langen Eintauchen in das Metall und Biegen ihre Elastizität verloren, weich wurden, ohne selbst nach über 50maliger Wiederholung des Versuchs zu brechen.

Scherbel konnte keine Verringerung der Bruchfestigkeit feststellen, doch glaubt auch er, ein gewisses Nachlassen der Elastizität in einer Anzahl von Fällen bemerkt zu haben. Hille faßt seine Ergebnisse folgendermaßen zusammen: „Fünf Sekunden lange Einwirkung des Metalls beeinträchtigte die Elastizität federharter Durchschnittsnadeln deutscher Herkunft nicht sichtbar. Bei längerer Dauer über 10 Sekunden ließ die Elastizität nach, und bei mehrfacher Wiederholung der Fünfsekundenprozedur wurden die Nadeln spröde." Daß diese feinen Instrumente bei einer Temperatur von ca. 250° etwas leiden, ist auch gar nicht zu verwundern, doch liegt der Verschleiß sicher in praktisch erträglichen Grenzen, da diese Instrumente doch nicht allzuoft benützt werden können. Nach Untersuchungen Scherbels brechen z. B. an den Nervextraktoren bei jeder

Wurzelbehandlung einige der feinsten Zackenspitzen, besonders an der vordersten Partie ab.

Zusammenfassung.

1. Die Temperaturen zur Sterilisation mit flüssigem Metall sollen zwischen 200 bis 250° liegen, um in kürzester Zeit, nämlich in 2—3 Sekunden Sterilität zu erzielen.

2. Es ist aus praktischen Gründen zweckmäßig, wenn diese Temperaturen innerhalb kurzer Zeit, etwa in 5 Minuten, erreicht werden.

3. Die Apparatur muß so gebaut sein, daß die Temperatur auch bei mehrstündigem Betrieb bei etwa 250° konstant ist, im Interesse einer möglichst geringen Oxydation.

4. Das Haftenbleiben von Metall an Bohrer, Nervextraktoren usw. ist in der Hauptsache abhängig von der Oxydschicht und kann weiter verhindert werden durch Eintauchen der Instrumente in Paraffinöl oder Alkohol.

Am Schlusse meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Peckert für die freundliche Überlassung des Themas meinen verbindlichsten Dank auszusprechen, ebenso danke ich Herrn Professor Dr. Wannenmacher, der mir bei der Aufstellung der Temperaturkurven behilflich war.

Literaturverzeichnis.

Borchers, Allgemeine und spezielle Chirurgie des Kopfes.

Peckert, Einführung in die konservierende Zahnheilkunde.

Port-Euler, Lehrbuch der Zahnheilkunde.

Bonorden, Beitrag zur bakteriologischen Nachprüfung des Flaherty-Sterilisators. Zahnärztl. Wochenschrift 1925.

Hamer, Elektrischer Sterilisator nach dem Modell Flaherty, Misch, Fortschritte der Zahnheilkunde, 1928.

Heinemann, Theorie und Praxis der Wurzelbehandlung, Zahnärztliche Rundschau, 1924.

Hummel, Kritik der Sterilisation kleiner zahnärztlicher Instrumente unter besonderer Berücksichtigung der amerikanischen Schnellsterilisation nach Flaherty. Inaug.-Diss. 1925.

Kadisch, Amerikanische Schnellsterilisation nach Flaherty. Zahnärztl. Rundschau 1924.

Klein und Weinmann, Über die Desinfektion in leicht schmelzenden Metallen. Zeitschr. f. Stomatologie, 1925.

Konrich, Dt. Zeitschrift für Chirurgie, 221. Bd.

Labhart, Über Asepsis in der konservierenden Zahnheilkunde. Inaug.-Diss. 1927.

Marks, Amerikanische Wurzelbehandlung. Zahnärztl. Rundschau, 1924.

Scherbel, Mikroskopische Untersuchungen zur Flaherty'schen Schnellsterilisation. Zeitschr. f. Stomatologie, 1928.

Schröder: Versuche mit Flaherty. Zahnärztl. Rundschau, 1925.

Siburg, Untersuchungen über die amerikanische Schnellsterilisation nach Flaherty. Korrespondenzblatt für Zahnärzte, 1925.

Lebenslauf.

Ich wurde am 19. Januar 1904 in Neckarsulm als Sohn des Oberreallehrers Neff geboren. Ich besuchte die ersten 6 Klassen des Gymnasiums Heilbronn, das ich mit der Obersekundareife verließ, um Bankbeamter zu werden. Nach dreijähriger Lehrzeit gab ich diesen Beruf auf und trat in das Realgymnasium Heilbronn ein, wo ich im Frühjahr 1927 die Reifeprüfung bestand. Vom 1. Mai 1927 bis Anfang März 1929 besuchte ich die Universität Tübingen, wo ich Ende Juli 1928 die zahnärztliche Vorprüfung bestanden habe. Das Sommersemester 1929 und Wintersemester 1929/30 verbrachte ich an der Universität München und seit Mai 1930 studiere ich wieder in Tübingen, wo ich im Dezember 1930 die zahnärztliche Hauptprüfung bestanden habe. Seither bin ich an meiner Doktorarbeit beschäftigt.